



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 100 02 578 A 1**

(51) Int. Cl.⁷:

B 01 D 47/00

B 01 D 53/77

F 28 F 9/00

(21) Aktenzeichen: 100 02 578.1
(22) Anmeldetag: 21. 1. 2000
(43) Offenlegungstag: 26. 7. 2001

(71) Anmelder:

Wurz, Dieter, 76530 Baden-Baden, DE

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Wärmetauscher mit integriertem Tropfenabscheider

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, dem anströmseitig ein Tropfenabscheider in geringem Abstand vorgeschaltet ist, so dass der Tropfenabscheider durch Wärmestrahlung oder Wärmeleitung aufgeheizt wird und die Verdunstungsrückstände der abgeschiedenen Tropfen am Tropfenabscheider gesammelt werden, anstatt in die Tiefe des Wärmetauschers einzudringen.

Beschreibung

Häufig stellt sich die Aufgabe, einen tropfenbeladene Gasstrom **1** aufzuheizen. So müssen beispielsweise die im Wäscher **2** einer Entschwefelungsanlage gereinigten Rauchgase von einer Temperatur von ca. 50°C auf einen Wert oberhalb 72°C erwärmt werden, um die Emissionsbestimmungen zu erfüllten, **Fig. 1**. Im Entschwefelungswäscher **2** erreicht das Rauchgas den Wasserdampfsättigungszustand. Ferner sind im Rauchgas auch noch Waschflüssigkeitstropfen **3** enthalten, die in dem meist zweistufigen Tropfenabscheider **4** und **5** des Wäschers **2** nicht zurückgehalten wurden. Darüber hinaus gelangen auch noch bei der Vermeidung von Belagsbildung am Tropfenabscheider durchgeführten Wasserspülung des Tropfenabscheiderns in einem erheblichen Umfang Tropfen in den Reingasstrom, der im nachfolgenden Wärmetauscher **6** erwärmt werden soll. Ein Teil dieser Tropfen wird auf den Heizflächen **7** des Wärmetauschers abgeschieden. Während das Tropfenwasser verdunstet, lagern sich die Verdunstungsrückstände häufig als außerordentlich feste Krusten **22** (**Fig. 2–5**) auf den Heizflächen **7** ab.

Die Abreinigung des Wärmetauschers bereitet wesentlich größere Schwierigkeiten als jene der Tropfenabscheider **4** und **5**, da es an diesen unbeheizten Tropfenabscheidern nicht zu einem Verdunsten des Wassergehaltes der Tropfen kommt. Ferner sind die Beläge z. B. an einem Rohrbündelwärmetauscher zwar in aller Regel auf der Anströmseite **13** wesentlich stärker; jedoch werden sie bei einer Spülung dieser Anströmseite in die Tiefe des Bündels hineingetragen, wo ihre Abreinigung noch größere Probleme bereitet. Darüber hinaus lässt sich nur mit sehr großem Aufwand vermeiden, dass bei der Wasserspülung des Wärmetauschers die Abgastemperatur unter den in Deutschland vorgeschriebenen Emissionsgrenzwert von 72°C absinkt.

Daher sind die Bemühungen grundsätzlich darauf gerichtet, einen möglichst effizienten Tropfenabscheider in den Wäscher einzubauen. Häufig stellt man erst nach einer gewissen Betriebszeit fest, dass der Tropfenabscheider die Erwartungen nicht erfüllt. Vielfach sind die räumlichen Verhältnisse derart begrenzt, dass die Installation einer weiteren klassischen Tropfenabscheider-Stufe nicht oder nur mit sehr großem Aufwand möglich ist.

Ziel dieser Erfindung ist eine Kombination eines zusätzlichen Tropfenabscheiders **9** mit dem Wärmetauscher **6** derart

- dass die Belagsbildung am Wärmetauscher selbst weitgehend reduziert wird
- und dass eine Abreinigung des in den Wärmetauscher integrierten Tropfenabscheiders möglich ist, ohne die abgereinigten Beläge in den nachfolgenden Wärmetauscher einzutragen,
- dass die Wiederaufheizung der Rauchgase durch die Abreinigung des speziellen Tropfenabscheiders nicht entscheidend beeinträchtigt wird,
- dass eine Nachrüstung verhältnismäßig einfach auszuführen ist.

Fig. 2 zeigt eine Basisvariante gemäß der Erfindung.

Dargestellt ist ein Schnitt durch das Rohrbündel **10** des Wärmetauschers **6**, bestehend aus einer Vielzahl von Rohren **11**, die in Strömungsrichtung des Rauchgases fluchtend hintereinander angeordnet sind. Hier sind nur 3 Rohrlagen dargestellt. In den Rohren strömt das wärmeabgebende Fluid **12**, z. B. heißes Wasser oder Dampf (100–200°C).

Das Rohrbündel hat eine Rauchgasanströmseite **13** und eine -abströmseite **14**. Auf der Rauchgasanströmseite ist ein Tropfenabscheider **9** angeordnet, der bei dieser Variante di-

rekt mit Klammern **15** auf der ersten Rohrreihe **16** fixiert ist.

Diese Tropfenabscheider können nach dem Stand der Technik auf unterschiedlichste Weise ausgeführt sein. Bei der dargestellten Variante besteht das Abscheiderelement **5** aus einem Halbzylinder **17**, der sich über die gesamte Länge des Bündels **10** erstreckt und der die Gasse **18** zwischen benachbarten Rohren überdeckt. Dieser Halbzylinder ist über flexible Streifen **19** mit Klammern **15** verbunden, die der Fixierung des Tropfenabscheiders an der ersten Rohrreihe **16** dienen. Wie in **Fig. 2** dargestellt ist, werden Tropfen **21**, sofern sie nicht zu klein sind, über Trägheitskräfte entweder in dem Halbzylinder **17** oder auf der Frontpartie **20** der ersten Rohrreihe abgeschieden bzw. auf dem zylindrischen Klammerblech **15**, welches die Frontpartie des ersten Rohres etwa halbtig umschließen könnte. Der Wassergehalt verdunstet und die Verdunstungsrückstände **22** häufen sich an.

Erfahrungsgemäß dürfte es in vielen Fällen ausreichend sein, einen derartigen, auf den Wärmetauscher aufgeklippten Tropfenabscheider einmal pro Jahr zu reinigen. Zu diesem Zweck könnten die Tropfenabscheiderelemente während einer Revision abgenommen und außerhalb des Wärmetauschergehäuses gesäubert werden. Somit wird das Risiko vermieden, dass es bei der Abreinigung zur Beschädigung der Rohre kommt bzw. dass die Beläge in die Tiefe des Wärmetauschers eingetragen werden.

Ein weiterer Vorteil dieser Erfindung liegt darin, dass ein derartiger Tropfenabscheider ohne zusätzliches Traggerüst leicht nachgerüstet werden kann, so dass die Kosten bei einem Bruchteil der Kosten für einen weiteren getrennt aufgestellten Tropfenabscheider liegen.

Von sehr großer Bedeutung ist auch folgender Sachverhalt: Durch den geringen Abstand zur ersten Rohrreihe wird der Tropfenabscheider über Wärmestrahlung und Wärmeleitung aufgeheizt. Es reicht ein Aufheizen um ca. 1–5 K **35** über die Wasserdampf-Sättigungstemperatur des Rauchgases um sicherzustellen, dass die von den Tropfen eingetragene Wassermenge verdunstet und die Verdunstungsrückstände **22** auf dem Tropfenabscheider **9** aufwachsen. Es ist bekannt, dass impaktierte Tropfen auf einer trockenen Oberfläche sehr gut abgeschieden werden, während es beim Aufschlag auf einem Wasserfilm zur Bildung von Sekundärtropfen kommen kann, die weiter in den Wärmetauscher eindringen könnten.

Es kann vorteilhaft sein, die erste Rohrreihe aus einem **45** weitgehend korrosionsbeständigen Material, z. B. Hastelloy, herzustellen, weil es beim Abnehmen der Tropfenabscheider zu einer Beschädigung einer Korrosionsschutzschicht auf den Rohren (z. B. Email oder Kunststoff-Folie) kommen könnte.

Eine der Basisideen dieser Erfindung ist die Aufheizung eines abnehmbaren Tropfenabscheiders vom Wärmetauscher her. Hierfür ist es nicht erforderlich, die Tropfenabscheiderelemente direkt auf den Wärmetauscher aufzuklippen. Der Tropfenabscheider könnte auch über eine gesonderte Trägerstruktur in geringem Abstand vor dem Wärmetauscher zur Reinigung abnehmbar oder schwenkbar fixiert werden. Seine Aufheizung würde dann durch Wärmestrahlung von Wärmetauscher **6** her erfolgen.

Ferner könnte die erste beheizte Rohrreihe **16** des Wärmetauschers selbst in Gestalt tropfenabscheiderähnlicher korrosions- und stoßresistenter Hohlprofile **23** ausgeführt werden, **Fig. 3**. Der Ausbau zur Abreinigung wäre hier allerdings relativ aufwendig, so dass während der Abreinigung mit Hilfe von Steckblechen **24** eine Abschirmung gegenüber **60** dem nachfolgenden Bündel möglich sein sollte.

Fig. 4 zeigt eine Abwandlung gemäß der Erfindung. Hier entspricht die Gestaltung des Tropfenabscheiders selbst weitgehend den bekannten Konfigurationen, nur dass die

Abscheiderlamellen **25** mit Hilfe von Klammern **26** direkt auf die erste Rohrreihe **16** des Wärmetauschers aufgeklippt sind und von daher aufgeheizt werden; somit werden die Verdunstungsrückstände **22** der Tropfen in diesem Bereich gesammelt. Die Eintrittskanten **29** der Abscheiderlamellen sind in üblicher Weise über Distanzhalter **27** fixiert.

Fig. 5 zeigt eine weitere Abwandlung bei der die erste Rohrreihe des Wärmetauscher-Bündels **16** über z. B. 210° des Umfanges von elastischen und somit aufsteckbaren Zylinderabschnitten **28**, z. B. aus dünnwandigem Hastelloy-
Blech, umschlossen ist. Diese dienen als Schutz der ersten Rohrlage gegen Korrosion und mechanische Beschädigung, und hier würden auch Verdunstungsrückstände **22** der Tropfen angesammelt werden. Ferner sind Klammern **29** dargestellt, über die aufgeschnittene Rohre **17** zur Abschirmung der Gassen **18** gegen das Durchtreten von Tropfen abnehmbar fixiert werden. Der Vorteil dieses Lösungsvorschlagेम im Vergleich mit jenem gemäß **Fig. 2** liegt im modularen Aufbau sowie in einer besseren Beherrschung von Wärmedehnungsproblemen.

Es versteht sich von selbst, dass die Basisidee nicht nur bei Rohrbündelwärmetauschern angewandt werden kann.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher zur Aufheizung tropfenbeladener Gasströme mit integriertem Tropfenabscheider, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tropfenabscheider beheizt sind.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Tropfenabscheider vom Wärmetauscher her durch Wärmestrahlung oder -leitung aufgeheizt werden.
3. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Tropfenabscheider aus Halbzylindern bestehen, welche die Gassen zwischen benachbarten Wärmetauscherrohren abschirmen und die über Klammern auf der ersten Rohrreihe abnehmbar aufgeklippt sind.
4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die erste Rohrreihe in Gestalt eines beheizten Tropfenabscheiders ausgeführt ist.
5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der auf den Wärmetauscher aufgesetzte Tropfenabscheider durch ein System gekrümmter Blechlamellen gebildet wird.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

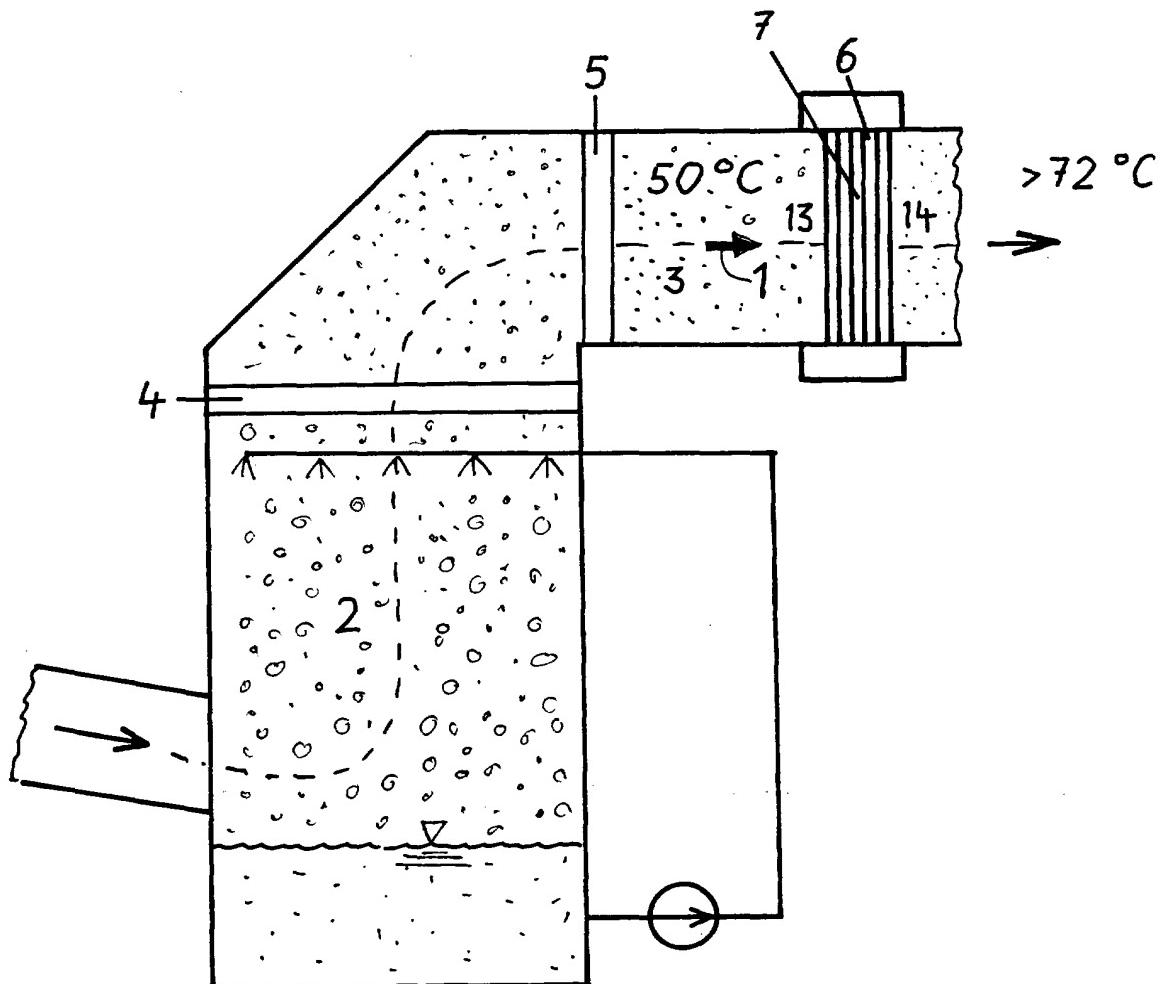
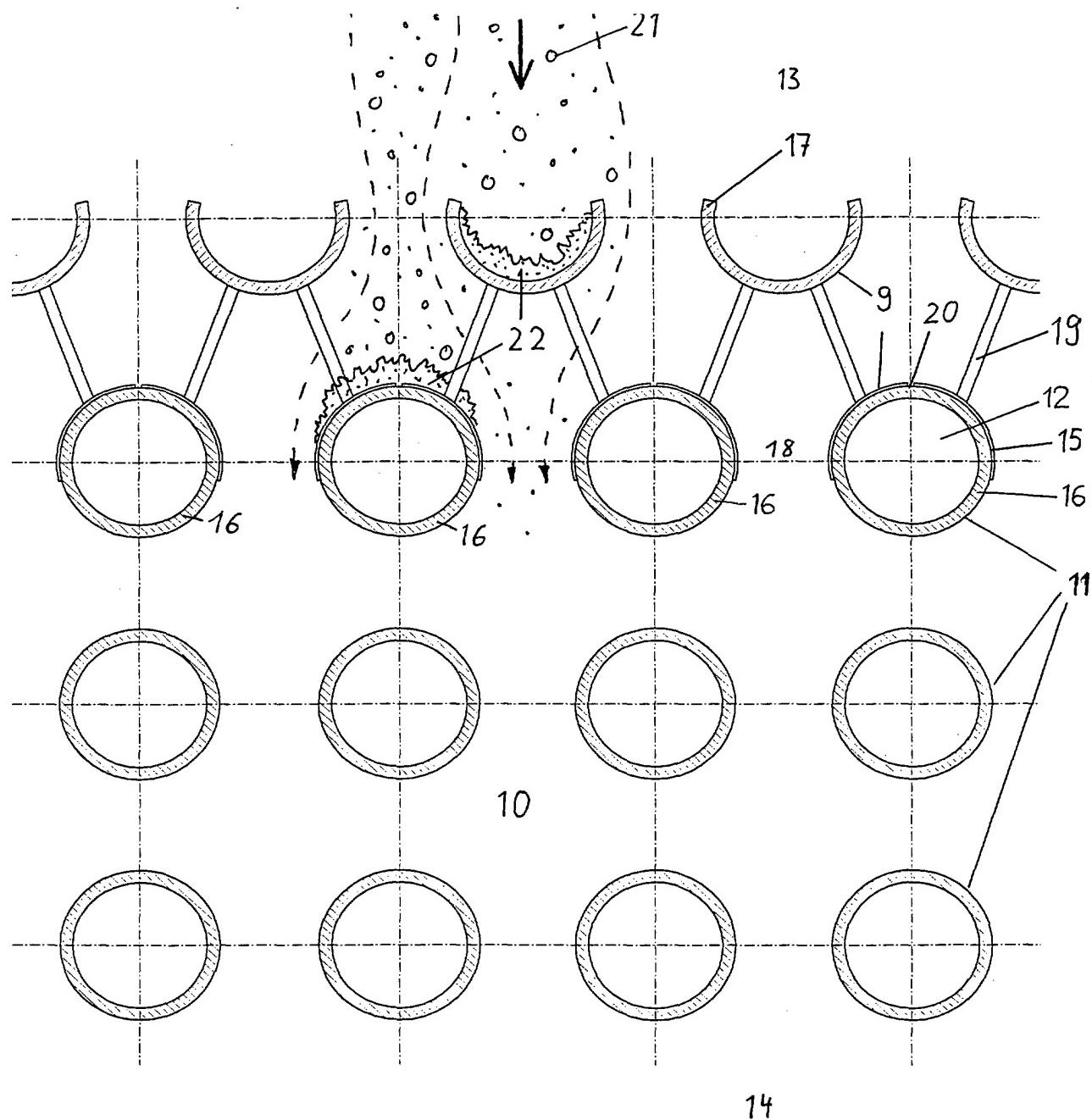
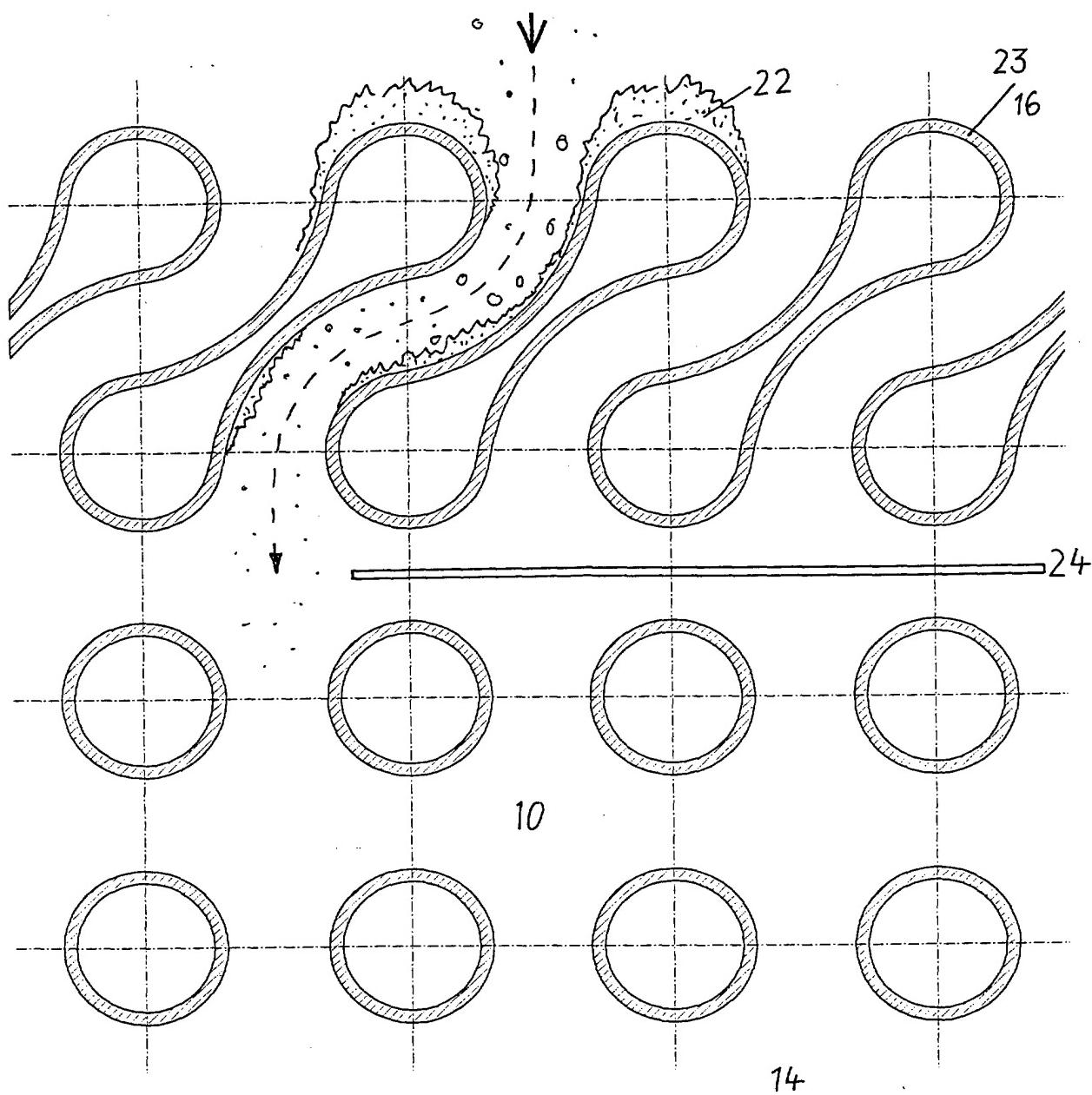


Fig. 1

**Fig. 2**

**Fig. 3**

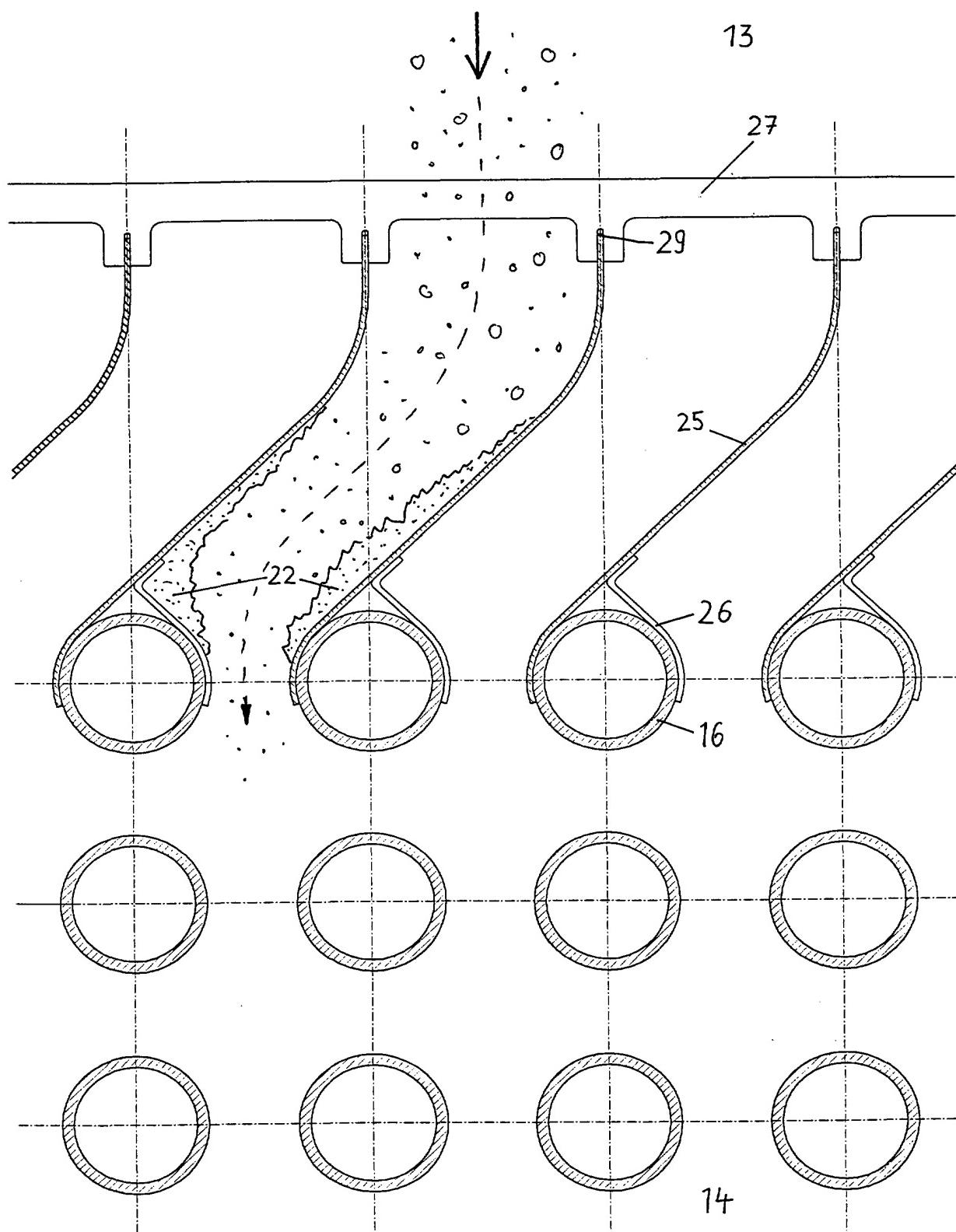


Fig. 4

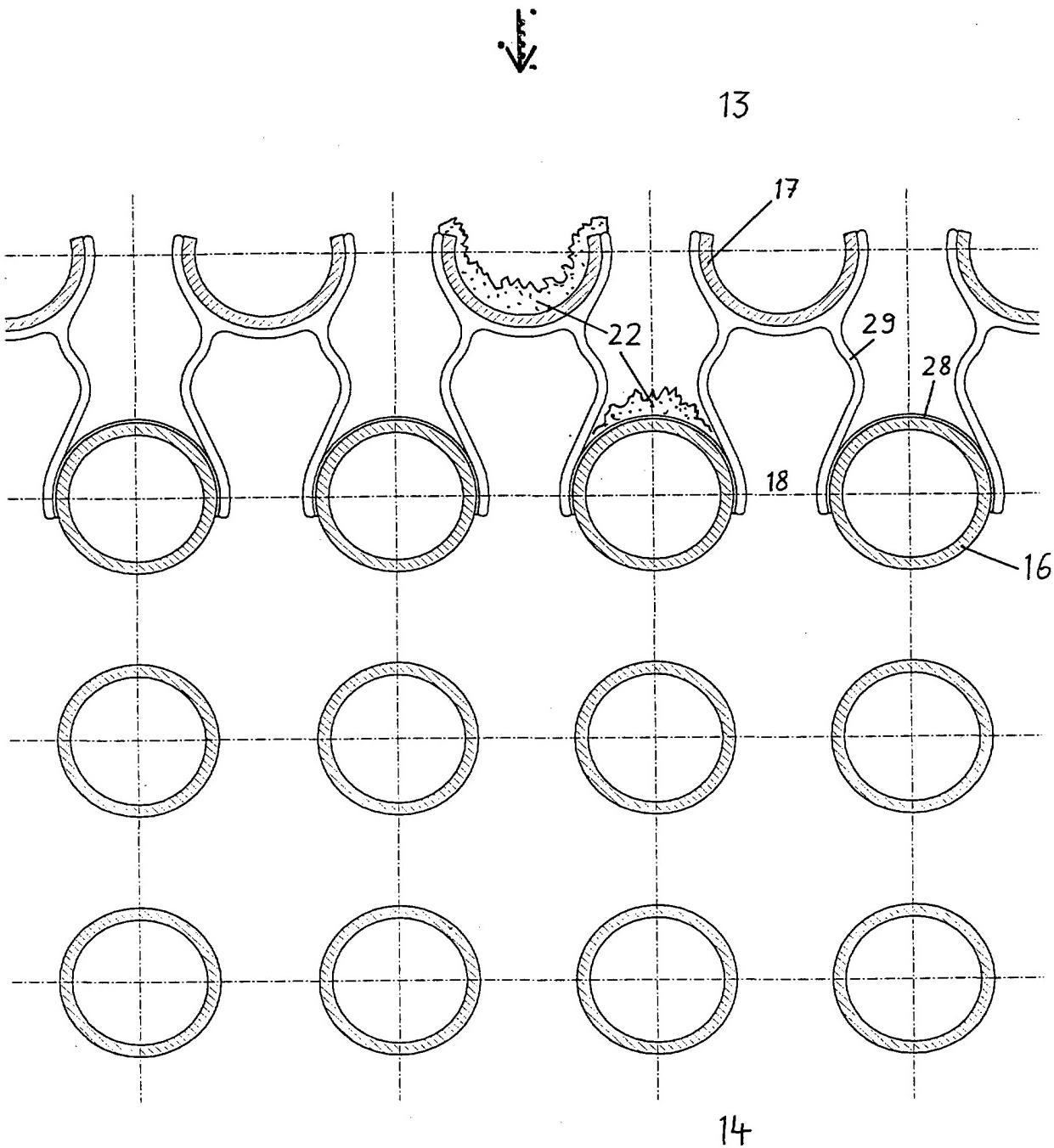


Fig. 5

DERWENT-ACC-NO: 2001-442921**DERWENT-WEEK:** 200148*COPYRIGHT 2010 DERWENT INFORMATION LTD*

TITLE: Heat exchanger used for heating gas streams laden with droplets comprises integrated heated mist collectors

INVENTOR: WURZ D**PATENT-ASSIGNEE:** WURZ D [WURZI]**PRIORITY-DATA:** 2000DE-1002578 (January 21, 2000)**PATENT-FAMILY:**

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
DE 10002578 A1	July 26, 2001	DE

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
DE 10002578A1	N/A	2000DE-1002578	January 21, 2000

INT-CL-CURRENT:

TYPE	IPC DATE
CIPS	B01D45/08 20060101
CIPS	F28F17/00 20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 10002578 A1**BASIC-ABSTRACT:**

NOVELTY - A heat exchanger comprises integrated heated mist collectors (9).

DESCRIPTION - Preferred Features: The mist collectors are heated by

the heat exchanger through heat radiation or heat line. The collectors consist of half cylinders (17) which screen the gases between neighboring heat exchange tubes and which are clamped by clamps (15) to the first tube row (16). At least one of the tube rows is formed in the structure of a heated mist collector. The mist collector placed on the heat exchanger is formed by a system of curved sheet metal plates.

USE - Used for heating gas streams laden with droplets.

ADVANTAGE - Coating formation on the heat exchanger is avoided.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a cross-section through a section of the heat exchanger.

Mist collector (9)

Clamps (15)

Tube row (16)

Half cylinder (17)

CHOSEN-DRAWING: Dwg.2/5

TITLE-TERMS: HEAT EXCHANGE GAS STREAM LADEN DROP COMPRISE
INTEGRATE MIST COLLECT

DERWENT-CLASS: J08 Q78

CPI-CODES: J08-D01;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: 2001-134111

Non-CPI Secondary Accession Numbers: 2001-327592